

ベルト固定を併用したハンドヘルドダイナモメーターによる 肘関節屈曲筋力測定における検者内再現性

五味 雅大, 平野 正広, 加藤 宗規, 清水 菜穂

了徳寺大学・健康科学部理学療法学科

要旨

[目的] 肘関節屈曲筋力の徒手筋力測定における再現性の問題に対して、定量的測定値を得るためにハンドヘルドダイナモメーターを徒手で用いる従来の方法と、考案したハンドヘルドダイナモメーターをベルトで固定した方法における再現性を検討した。[対象] 若年健常成人31名の利き手である右上肢31肢であった。[方法] ハンドヘルドダイナモメーターを徒手で固定する従来の方法とベルトで固定する方法による肘関節屈曲筋力測定を行い、測定値を比較、検討した。[結果] ハンドヘルドダイナモメーターをベルトで固定した方法における検者内の級内相関係数は0.90であり、Bland-Altman分析では、1回目と2回目の測定値において系統誤差を認めなかった。[結論] 1回練習をした後、1回目、2回目の測定値を採用することで、考案したハンドヘルドダイナモメーターをベルトで固定した肘関節屈曲筋力測定方法は、臨床使用が可能な再現性を有することが示唆された。

キーワード：肘関節屈曲筋力，ハンドヘルドダイナモメーター，再現性

Reproducibility of Isometric Muscle Strength Measurement of the elbow flexion Using a Hand-held Dynamometer and Belt

Masahiro Gomi, Masahiro Hirano, Munenori Katoh, Nao Shimizu

Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Ryotokuji University

Abstract

[Purpose] The purpose of this study was to examine the reliability of the method of elbow flexion muscle strength measurement, in which a hand-held dynamometer was fixed with a belt. The subjects were 31 young healthy adults. [Methods] Two methods were examined. One is a conventional method in which the hand-held dynamometer was fixed on manipulative. In the other method, the hand-held dynamometer was fixed with a belt. [Results] In the latter method, the intraclass correlation coefficient was 0.90. Bland-Altman analysis did not produce a system error. [Conclusion] The result suggested that clinical use of method be possible since there was reproducibility in the 1st and 2nd measurement after the 1st practice.

Keywords: elbow flexion muscle strength, Hand-Held Dynamometer, reproducibility

I. はじめに

徒手筋力検査（以下、MMT）は、特別な機器を使用しないで実施することができ、筋力測定方法のひとつとして用いられる。そしてDanielsとWorthinghamによる方法¹⁾が広く用いられている。しかし、MMTの特徴である徒手抵抗による判定は、検査者の主観によるため測定誤差が生じやすいことが指摘さ

れている。中山²⁾は、4名の理学療法士による4症例のMMTを行った結果、Fair以上の段階ではどうしても与える抵抗の量にバラツキがあるため誤差を認めざるを得ず、しかも、+、-の基準が明確でなければ、かえって誤差を大きくする因子となること、および、テスト肢位が適応できない際の段階づけの困難性を報告している。Van der PloegとOosterhuis³⁾は、MMTとHHDにより上腕二頭筋の筋力を計測した結果、MMTのグレード5はHHDの250 N以上であったが、グレード3は最大筋力の約2%の筋力に相当する3~5 Nであり、グレード4は5~250 Nと広い範囲であったことを報告している。検者が徒手で加えることができる抵抗量を上回る筋力を発揮することが予想される下肢筋力のみならず、徒手抵抗量の限界に関する問題は上肢筋力測定にも当てはまる。健常男性成人やスポーツ選手のみならず、障害者においても対麻痺者などでは、日常生活動作の自立においては非常に高い上肢筋力が求められるため、下肢同様に検者の徒手抵抗量を超える測定場面となる可能性も考えられる。

ハンドヘルドダイナモメーター（以下、HHD）による筋力測定においても、ベルト固定を用いない方法においては、被験者の筋力水準が高い場合や検者によるHHDの固定性が低い場合には再現性が低くなる問題がある。ベルト固定を併用したHHDによる筋力測定は、これに対する対策となり、下肢の定量的筋力測定において多くの検討がされており^{4,7)}、その信頼性、妥当性はともに高く、基準となるものと考えられる。

しかし、日常生活動作において使用頻度が高く、また障害を受けることも多い上肢筋力測定における筋力測定の信頼性を検討しているものは、いまだ少ないのが現状である。ベルト使用下の測定による肘関節屈曲筋力測定方法の検討はされてはいるものの、測定場所が限られてしまうこと、MMTと比べ測定時間がかかってしまうことが問題点として挙げられ、臨床での使用が定着していないのが現状である。

そこで、本研究の目的はベルト使用下の測定による肘関節屈曲筋力測定方法について別法を考案し、実用的な測定方法として確立するために必要と考えられる検者内再現性の高さを検討するため、連続した2回の測定を行い、同日内の連続2回の検者内再現性を検討し、ベルト不使用下の測定との比較を行うことである。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は若年健常者31名（男23名、女8名）、年齢 19.7 ± 0.5 歳（平均値 \pm 標準偏差）、身長 168.8 ± 9.0 cm、体重 60.3 ± 9.2 kgであった。測定肢は、利き手である右上肢計31肢であった。いずれも上肢の各関節に整形外科的疾患や関節痛を有する肢はなかった。

対象者には、本研究概要の説明および測定上のリスクを理解し同意を得た。なお、本研究は了徳寺大学生命倫理審査委員会の承認を得て実施した（承認番号2816）。

2. 方法

肘関節屈曲筋力測定は、HHDを用いて実施した。測定方法は、考案したベルト使用による影響を検討するために、ベルト不使用下の測定とベルト使用下の測定を実施した。

測定肢位は椅子座位とし、肩関節屈曲・内転 0° 、肘関節 90° 屈曲、前腕 90° 回外位となるように、昇降機能付き治療台上に前腕を載せた。この際、橈骨手根関節より遠位部を治療台の端より出した。

HHDのセンサーパッドはその上縁を橈骨茎状突起の近位端に当てた。ベルト不使用下における測定は、

HHDのセンサーを検者の手掌に面ファスナーで固定した状態で、make test（被験者は測定肢を指定された運動方向へ動かすように力を入れるが、検者が測定方向へは動かないように固定する方法）にて実施し、検者による固定が困難となり、明らかな運動が認められた場合には、その時点で計測を終了とした。ベルト使用下における測定においては、運動方向に対してベルトがほぼ垂直になるように肘関節を屈曲90°とし、センサーが装着されたベルトを、治療台の支柱で踏みつける位置において固定した。測定に際しては、代償運動を防ぐため前腕近位端部を徒手にて固定した（図1）。

HHDはアニマ社製等尺性筋力測定器 μ Tas F-1 を使用した。測定に際してはそれぞれ、3秒程度で定常状態となる約5秒間の最大努力による運動を行い、その間の最大値を採用した。

また、測定は同日中、1回の練習を行った後、30秒以上の間隔をあけて2回の測定を実施した。検者は男性理学療法士1名（年齢34歳、身長168cm、体重60kg、経験年数12年目）であった。ベルト使用、不使用の順はランダムとし、検者は本研究に先立って、測定方法に習熟するための練習を行った。

統計処理はR2.8.1を使用し、検者内再現性について級内相関係数（以下、ICC）、Bland-Altman分析を用いた。



図1. 測定場面

Ⅲ. 結果

ベルト使用下、ベルト不使用下におけるHHDによる等尺性収縮による肘関節屈曲筋力測定の結果を表1に示す。

肘関節屈曲筋力測定におけるICCを表2に示す。ベルト使用下の測定におけるICC（1, 1）は0.90、ベルト不使用下におけるICC（1, 1）は0.96であった。

肘関節屈曲筋力測定におけるBland-Altman分析の結果を表3に示す。ベルト使用下における1回目と2回目の測定間には系統誤差はみられなかった。ベルト不使用下における測定間には1回目と2回目の測定間に系統誤差である固定誤差がみられた。

表1 肘関節屈曲筋力

	ベルト不使用(kgf)	ベルト使用(kgf)
1回目	19.31±4.92	20.35±6.59
2回目	18.76±4.98	21.17±6.54

平均値±標準偏差

表2 肘関節筋力測定における検者内再現性 (n=31)

		ICC(1, 1)	95%CI
肘関節筋力	屈曲(ベルト固定あり)	0.90	0.80~0.95
	屈曲(ベルト固定なし)	0.96	0.92~0.98

ICC (Intrater reliability) : 検者内信頼性,
95%CI(95%Confidence interval) : 95%信頼区間

表3 肘関節筋力測定におけるBland-Altman分析 (n=31)

測定項目	比較	固定誤差		比例誤差		LOA	MDC ₉₅ (kgf)	
		95%信頼区間	有無	直線の傾き	有無			
肘関節屈曲	ベルト固定あり	A	-1.87~0.23	なし	0.08	p=0.93	なし	5.6
	ベルト固定なし	A	0.08~1.01	あり	-0.01	p=0.82	なし	2.4

A: 1回目と2回目の測定値の比較

LOA (limits of agreement) : 誤差の許容範囲, MDC₉₅ (minimal detectable change 95%) : 最小可検変化量の95%信頼区間

IV. 考察

測定の結果、ベルト使用下の測定における検者内再現性について、ICCは0.90、ベルト不使用下のICCは0.96であった。桑原と斉藤ら⁸⁾は、大まかな目安としてICCが0.9以上の場合、その再現性は優秀、0.8以上の場合良好、0.7以上の場合普通、0.6以上の場合可能、0.6未満の場合要再考であると評価している。このことから、同日内における2回の測定の再現性はベルト使用下、不使用下の測定ともにその再現性は良好であった。Bland-Altman分析の結果は、ベルト使用下での測定における1回目と2回目における固定誤差は認められなかった。

ベルト不使用下の測定結果からは、1回目と2回目の測定において系統誤差である固定誤差が認められた。これは、1回の練習をした後、2回の測定を行った結果、1回目の測定値が最大値となり、その後の2回目の測定値は減少していたことがその要因として考えられる。測定に際して、代償動作をださないよう留意して行ったことを考えると、1回目と2回目の測定値に差が認められた要因としては筋疲労が考えられる。

ベルト固定を使用したHHDの測定において、Katoh⁹⁾らによる下肢筋力測定の報告では、筋力が比較的低い(300Nに満たない)股関節内旋、外旋などにおいても、ベルトを用いたHHDによる測定の方が、高い再現性を有していた。また、五味¹⁰⁻¹¹⁾らによる報告では、下肢に比べると筋力が低い測定が多いと思われる肩関節筋力や手関節掌屈筋力測定においても、HHDを徒手で固定するよりもベルトで固定する測定の方が高い再現性を有していた。今回の結果をみた場合、ICC(1, 1)によるベルト使用下による測定、ベルト不使用下における測定ともに高い再現性を有していた。しかし、測定値をみた場合、ベルト使用下における測定の方が、高い筋力値を得ることができていた。これは、ベルト使用下によるHHDの測定の固定性が高いことが示唆されたと考えられる。若年健常人を対象としたベルト固定を併用したHHDを

用いた等尺性肘関節屈曲筋力測定の日日内における信頼性は高く、Bland-Altman分析の結果からも、1回目と2回目の測定間に系統誤差がみられなかった。このことを考慮した場合、測定に際しては、1回の練習をした後、1回目、2回目の測定値を採用することで、適切な測定結果が得られることが考えられた。

しかし、本研究の限界に関して、本研究は若い健常者による測定で比較的筋力水準が高い対象であるため、精度の面からは高齢者や障害者など筋力低下を来している対象における検討が必要であることが考えられる。

V. 結論

本研究は、ベルト使用下の測定による肘関節屈曲筋力測定方法について、1回の練習をした後、連続した2回の測定を行った場合の検者内再現性を検討し、ベルト不使用下での測定との比較を行った。ICC (1, 1) はいずれも0.9以上と高い信頼性が示されたが、測定値、およびBland-Altman分析の結果から、ベルト使用下におけるHHDの測定を、1回の練習をした後、1回目、2回目の測定値を採用することで、臨床使用が可能な再現性を有することが示唆された。

VI. 謝辞

本研究に協力していただきました被験者の皆様に心から感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Hoslop HJ, Montgomery J (2014) 新・徒手筋力検査法原著第9版, 協同医書出版社, 東京, 140-144.
- 2) 中山影一 (1990) 徒手筋力テストの信頼性について. 理学療法・作業療法, 13, 87-92.
- 3) Van der Ploeg RJ, Oosterhuis HJ, Reuvekamp J (1984) Measuring muscle strength. J Neurol. 231(4), 200-203.
- 4) Katoh M, Yamasaki H (2009) Test-retest reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer restrained by a belt: comparisons during and between sessions. J Phys Ther Sci, 21(3), 239-243.
- 5) Katoh M, Hiiragi Y, Uchida M (2011) Validity of isometric muscle strength measurements of the lower limbs using a hand-held dynamometer and belt: a comparison with an isokinetic dynamometer. J Phys Ther Sci, 23(4), 553-557.
- 6) Katoh M, Isozaki K, Sakanoue N, et al (2010) Reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer with a belt: a study of test-retest reliability in healthy elderly subjects. J Phys Ther Sci, 22(4), 359-363.
- 7) Katoh M, Asuma H (2011) Test-retest reliability of isometric knee extension muscle strength measurement using a hand-held dynamometer and a belt: study of hemiplegic patients. J Phys Ther Sci, 23(1), 25-28.
- 8) 桑原洋一, 斎藤俊弘, 稲垣義明 (1993) 検者内および検者間のReliability (再現性・信頼性) の検討. 呼吸と循環, 41, 945-952.
- 9) Katoh M, Yamasaki H (2009) Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. J Phys

Ther Sci .21(1), 37-42.

- 10) 五味雅大,平野正広,加藤宗規(2015)ハンドヘルドダイナモメーターとベルト固定を用いた等尺性肩関節筋力測定値の妥当性 - 等速性筋力測定機器との比較 - .理学療法科学. 30(4), 317-321.
- 11) 五味雅大,平野正広,兎澤良輔ほか(2016)ベルト固定を併用したハンドヘルドダイナモメーターによる手関節掌屈筋力測定における検者内再現性.了徳寺大学研究紀要 .10, 169-174

(平成28年11月30日稿)

査読終了日 平成28年12月8日